

УДК 658.5

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ПРОДУКЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Малышева Т.В., Сайнчук А.В., Барсегян Н.В.

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань,
e-mail: tv_malyshева@mail.ru, sanatorin@list.ru, n.v.barsegyan@yandex.ru*

Статья посвящена актуальной проблеме управления качеством и несоответствующей продукцией в производственной системе. Целью статьи является разработка и апробация методики оценки организационной модели управления потоками несоответствующей продукции в производстве резинометаллических изделий. Для реализации поставленной цели использован метод логико-структурного анализа, причинно-следственных связей, системной классификации. В статье предложена методика исследования организационных моделей управления потоками несоответствующей продукции в производстве резинометаллических изделий, предполагающая классификацию объектов наблюдения по количеству брака, уровню переработанной несоответствующей продукции в производстве по прямому назначению, а также для выработки тепловых ресурсов и прочих целей. Произведена апробация методики на примере трех периодов деятельности резинометаллического производства, где на основании расчета коэффициентов управления потоком брака определена организационная модель управления несоответствующей продукцией, выявлены особенности управления качеством в производственной системе в 2019–2021 гг., обозначены направления тенденций. Выработаны направления совершенствования организации потоков брака на предприятии резинометаллических изделий, предусматривающие непосредственно модернизацию системы технического контроля качества продукции с акцентом на предотвращение несоответствий, развитие системы мониторинга процессов производства и предиктивной аналитики, организацию процесса рециклирования брака для повторной переработки. Практическая значимость результатов исследования заключается в применении методики для организации процессов технического контроля в производственных системах, управления качеством продукции и процессов на всех этапах жизненного цикла производства.

Ключевые слова: управление несоответствующей продукцией, контроль качества продукции, производственный брак, поток бракованной продукции, рециклинг бракованных изделий, методика, организационная модель

RESEARCH OF MODELS OF MANAGEMENT OF THE FLOW OF NON-CONFORMING PRODUCTS IN THE PRODUCTION OF RUBBER-METALLIC PRODUCTS

Malysheva T.V., Sainchuk A.V., Barsegyan N.V.

Kazan National Research Technological University, Kazan,

e-mail: tv_malyshева@mail.ru, sanatorin@list.ru, n.v.barsegyan@yandex.ru

The article is devoted to the actual problem of quality management and nonconforming products in the production system. The purpose of the article is to develop and test a methodology for assessing the organizational model for managing the flow of nonconforming products in the production of rubber and metal products. To achieve this goal, the method of logical-structural analysis, cause-and-effect relationships, and system classification was used. The article proposes a methodology for studying organizational models for managing the flow of non-conforming products in the production of rubber-metal products, involving the classification of objects of observation by the number of defects, the level of processed non-conforming products in production for its intended purpose, as well as for the generation of thermal resources and other purposes. The methodology was tested on the example of three periods of activity of the rubber-metal production, where, based on the calculation of the rejection flow control coefficients, the organizational model for managing non-conforming products was determined, the features of quality management in the production system in 2019–2021 were identified, and the directions of trends were identified. Directions have been developed to improve the organization of defect flows at the enterprise of rubber and metal products, which directly provide for the modernization of the technical control system for product quality with an emphasis on preventing inconsistencies, the development of a monitoring system for production processes and predictive analytics, and the organization of the process of recycling defects for recycling. The practical significance of the research results lies in the application of the methodology for organizing technical control processes in production systems, product quality management and processes at all stages of the life cycle.

Keywords: management of nonconforming products, product quality control, manufacturing defects, flow of defective products, recycling of defective products, methodology, organizational model

Управление качеством продукции и процессов представляет собой сложный процесс, от эффективности организации которого зависит уровень производственного брака, стабильность показателей качества продукции по партиям и в конечном итоге

масштаб потерь производства от брака [1–3]. Организация контроля управления качеством и несоответствующей продукции требует адекватного информационного сопровождения, предусматривающего мониторинг процессов производства, форми-

рование базы данных, анализ параметров, интерпретацию полученных результатов с последующим принятием решений.

Системная работа по исключению несоответствующей продукции, несомненно, в первую очередь должна включать анализ причин возникновения брака, их классификацию с определением наиболее весомых факторов, провоцирующих основную массу несоответствий за исследуемый период [4, 5]. Вместе с тем не менее важной является организация работы по использованию образующейся на производстве несоответствующей продукции. Именно данному аспекту организации контроля управления качеством и несоответствующей продукцией посвящено настоящее исследование.

Цель статьи заключается в разработке и аprobации методики оценки организационной модели управления потоками несоответствующей продукции в производстве резинометаллических изделий. Реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- разработка и представление расчетной части методики оценки организационной модели управления потоками несоответствующей продукции в производственной системе;
- исследование модели организации потоков бракованной продукции в производстве резинометаллических изделий на основании предложенной методики;
- формирование направлений совершенствования организации потоков брака на предприятии резинометаллических изделий с учетом выявленных характерных особенностей и динамики образования несоответствующей продукции.

Материалы и методы исследования

Для исследования моделей управления потоками несоответствующей продукции в производстве резинометаллических изделий использована авторская методика, предполагавшая четыре основных этапа вычислительных процедур:

1) формирование базы исходных показателей на основе данных государственной статистики об образовании несоответствующей продукции (брак, отходы выбраковки) и ее повторного использования в производстве или реализации сторонним организациям;

2) разработка коэффициентов для определения характера моделей управления потоками несоответствующей продукции в производстве резинометаллических изделий;

3) определение типовых групп классификации коэффициентов управления несоответствующей продукцией на примере производства резинометаллических изделий;

4) определение условий отнесения коэффициентов к группам типовых моделей управления потоками несоответствующей продукции.

База исходных данных государственной статистики включает 12 показателей (рис. 1).

База данных может включать статистические или динамические ряды данных в зависимости от цели наблюдения, например, оценка параметров качества продукции относительно контрольных значений (статистические данные) или оценка эффективности реорганизации системы контроля качества на производстве (динамические данные) [6]. Для оценки эффективности управления качеством и несоответствующей продукцией предложено шесть оценочных коэффициентов, направленных на исследование всех аспектов управления, от уровня образования брака до использования несоответствующей продукции в собственном или стороннем производстве. Шкала классификации коэффициентов управления несоответствующей продукцией основана на оценке экспертов служб технического контроля производства резинометаллических изделий. В зависимости от диапазона значений коэффициентам присваивается код группы и соответствующая характеристика организации системы управления потоками несоответствующей продукции.

Оценка модели управления несоответствующей продукцией на различных стадиях жизненного цикла производства для того или иного периода наблюдения определяется на основании условий отнесения коэффициентов К2, К3, К4, К5 к типовой группе: приоритет на рециклинг брака для повторного применения, приоритет на сжигание или пиролиз бракованной продукции, приоритет на реализацию продукции с браком другим предприятиям для различных целей, приоритет на размещение бракованной продукции на эксплуатируемых объектах.

Методика предусматривает возможность совмещать и сравнивать несколько периодов наблюдения по уровню эффективности управления качеством. На основании классификации коэффициентов возможно определение уровня организации системы управления качеством, что можно реализовать в автоматизированном режиме.

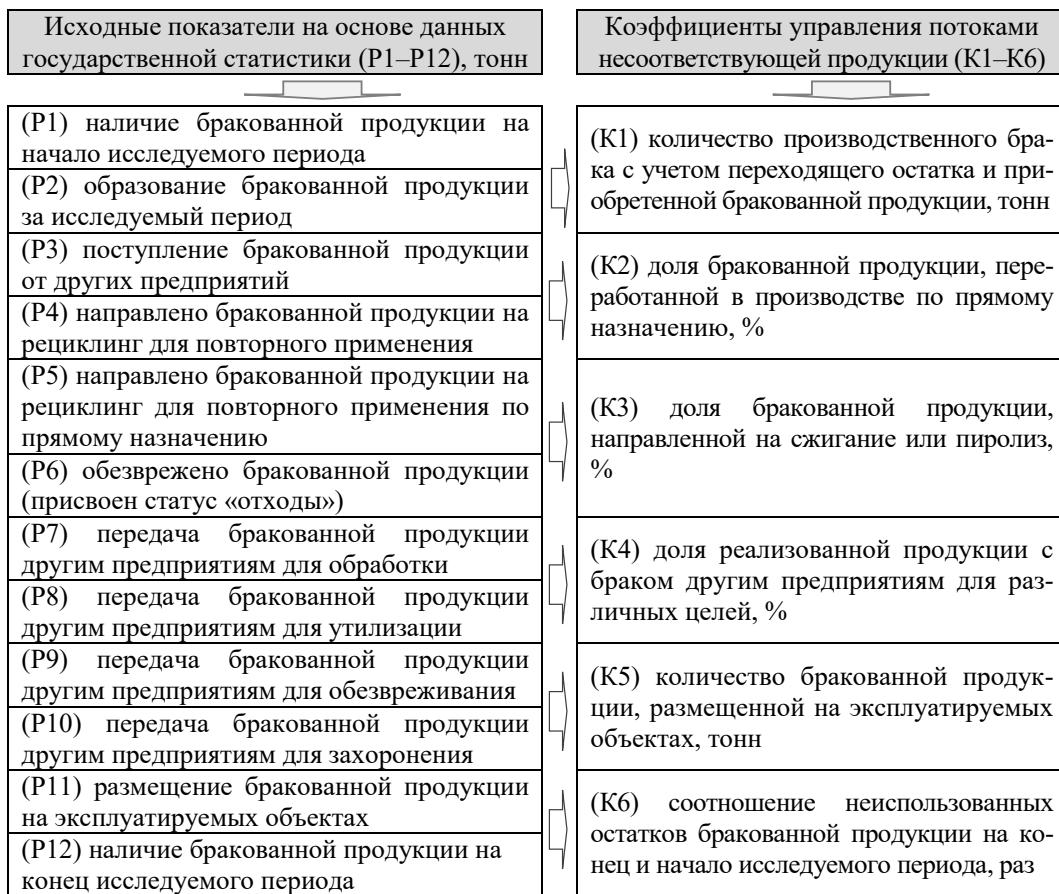


Рис. 1. Структура расчетной части методики исследования моделей управления потоками несоответствующей продукции в производственной системе (предложена авторами)

Результаты исследования и их обсуждение

Производственный брак может быть образован как в процессе собственного производства, так и при наличии коммерческого интереса у производителя, приобретен у сторонних предприятий для различных целей [7, 8]. Полезное использование бракованной продукции заключается в ее рециклинге или переработке по прямому назначению, а также сжигании или пиролизе для выработки тепловой энергии [9, 10]. При отсутствии технологий и производственных мощностей для использования брака в собственном производстве, продукция может быть реализована другим предприятиям для различных целей или захоронена на эксплуатируемых объектах.

В табл. 1 представлены исходные показатели для оценки модели управления потоками несоответствующей продукции по резинометаллическому производству на основе данных государственной статистики в динамике за три года.

Для анализа показателей рассчитаны коэффициенты управления потоками несоответствующей продукции (табл. 2). В динамике за 2019–2021 гг. коэффициенты определяют следующие тенденции в управлении браком резинометаллических изделий:

- увеличение производственного брака с учетом переходящего остатка и приобретенной бракованной продукции в 1,25 раза;
- снижение рециклинга бракованной продукции по прямому назначению на 20 %;
- рост доли бракованной продукции, направленной на сжигание или пиролиз, в 1,8 раза;
- снижение доли реализованной продукции с браком другим предприятиям для различных целей на 8,4 %;
- снижение количества бракованной продукции, размещенной на эксплуатируемых объектах, на 25,8 %;
- уменьшение неиспользованных остатков бракованной продукции на конец исследуемого периода по сравнению с началом исследуемого периода ($K_6 < 1,0$).

Таблица 1

Исходные показатели для оценки управления потоками брака
резинометаллических изделий на предприятии в 2019–2021 гг. [11]

Наименование показателя	2019	2020	2021
	тонн		
(P1) наличие брака резинометаллических изделий на начало исследуемого периода	7,75	7,03	16,9
(P2) образование брака резинометаллических изделий за исследуемый период	82,02	90,43	87,4
(P3) поступление брака резинометаллических изделий от других предприятий	54,8	99,12	76,25
(P4) направлено брака резинометаллических изделий на рециклинг для повторного применения	42,39	74,89	46,7
(P5) направлено брака резинометаллических изделий на рециклинг для повторного применения по прямому назначению	32,52	66,88	40,16
(P6) обезврежено брака резинометаллических изделий (присвоен статус «отходы»)	9,95	6,53	22,21
(P7) передача брака резинометаллических изделий другим предприятиям для обработки	10,24	11,62	0,01
(P8) передача брака резинометаллических изделий другим предприятиям для утилизации	51,19	57,31	68,8
(P9) передача брака резинометаллических изделий другим предприятиям для обезвреживания	9,6	17,65	16,21
(P10) передача брака резинометаллических изделий другим предприятиям для захоронения	6,78	8,91	4,03
(P11) размещение брака резинометаллических изделий на эксплуатируемых объектах	7,39	7,09	6,84
(P12) наличие брака резинометаллических изделий на конец исследуемого периода	14,42	12,58	15,76

Таблица 2

Коэффициенты управления потоками брака резинометаллических изделий
на предприятии в 2019–2021 гг. (рассчитано авторами)

Наименование коэффициента	2019	2020	2021	Темп роста (снижения) 2021/2019, %
(К1) количество производственного брака с учетом переходящего остатка и приобретенной бракованной продукции, тонн	144,56	196,57	180,55	124,9 (негативные изменения)
(К2) доля бракованной продукции, переработанной в производстве по прямому назначению, %	3,46	2,54	2,77	80,1 (негативные изменения)
(К3) доля бракованной продукции, направленной на сжигание или пиролиз, %	6,88	3,32	12,30	178,8 (негативные изменения)
(К4) доля реализованной продукции с браком другим предприятиям для различных целей, %	53,82	48,57	49,32	91,6 (позитивные изменения)
(К5) количество бракованной продукции, размещенной на эксплуатируемых объектах, тонн	5,11	3,61	3,79	74,2 (позитивные изменения)
(К6) соотношение неиспользованных остатков бракованной продукции на конец и начало исследуемого периода, раз	1,86	1,79	0,93	50,0 (позитивные изменения)

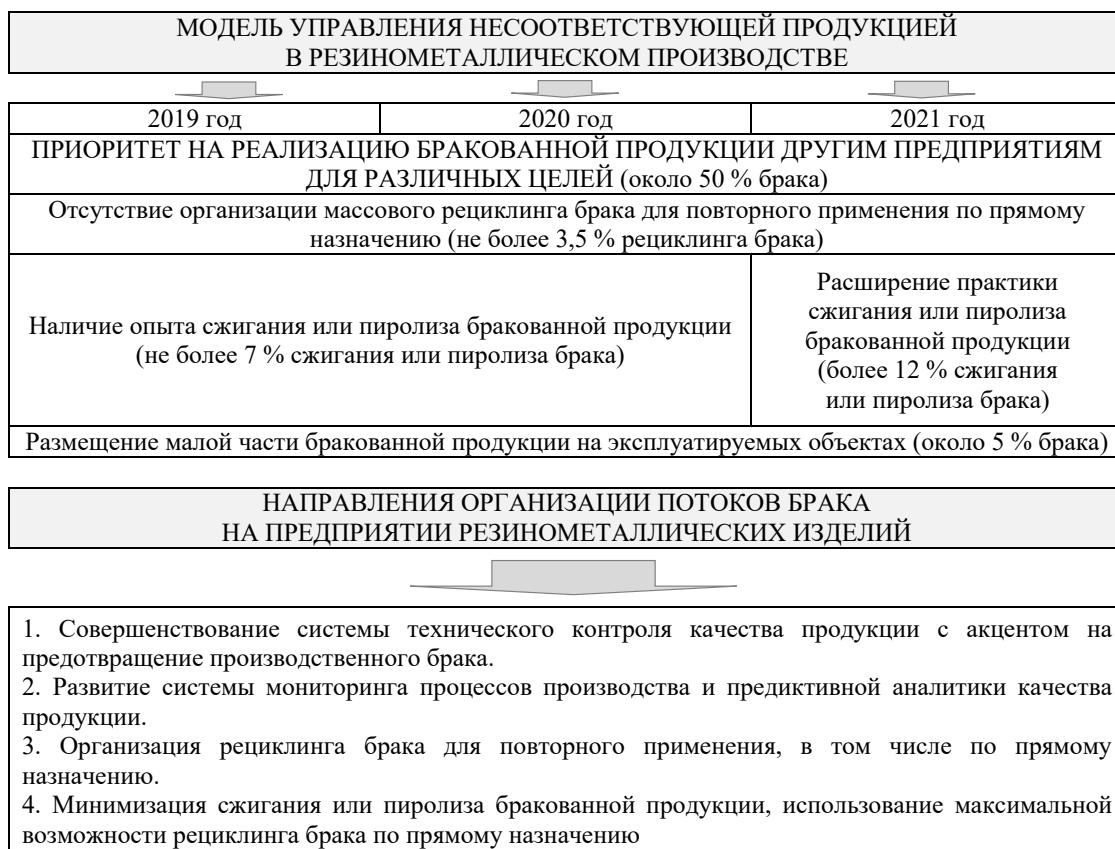


Рис. 2. Модель управления несоответствующей продукцией в резинометаллическом производстве и направления организации потоков брака (разработана авторами)

Несомненно, негативные тенденции наблюдаются относительно объема образованного брака, рециклинга несоответствующей продукции по прямому назначению, использованию бракованной продукции для получения тепловых ресурсов. Вместе с тем можно отметить и положительную динамику снижения объема реализованной бракованной продукции сторонним предприятиям, снижения объемов захороненного брака и уменьшение остатков несоответствий в течение года.

Модели управления несоответствующей продукцией в резинометаллическом производстве во всех исследуемых периодах имеют абсолютный приоритет на реализацию бракованной продукции другим предприятиям для различных целей (около 50% всей бракованной продукции). При этом в 2021 г., в отличие от предыдущих периодов, наблюдается расширение практики сжигания или пиролиза бракованной продукции (более 12% сжигания или пиролиза брака) (рис. 2).

В качестве направлений организации потоков брака на предприятии резинометаллических изделий предложено в пер-

вую очередь совершенствование системы технического контроля качества продукции с акцентом на предотвращение несоответствий. Для организации контроля качества важным является развитие системы мониторинга процессов производства и предиктивной аналитики. Оптимальным способом управления несоответствующей продукцией является организация рециклинга брака для повторного применения, преимущественно по прямому назначению. При этом объем сжигания или пиролиза бракованной продукции должен быть максимально сокращен.

Заключение

Исследование моделей управления потоками несоответствующей продукции в производстве резинометаллических изделий позволило получить следующие научно-практические результаты:

- Предложена методика исследования организационных моделей управления потоками несоответствующей продукции в производстве резинометаллических изделий, предполагающая классификацию объектов наблюдения по количеству брака,

уровню переработанной несоответствующей продукции в производстве по прямому назначению, а также для выработки тепловых ресурсов и прочих целей.

2. Произведена апробация методики на примере трех периодов деятельности резинометаллического производства. Рассчитанные коэффициенты управления потоками брака резинометаллических изделий позволили определить организационную модель управления несоответствующей продукцией, выявить особенности управления качеством в производственной системе в 2019–2021 гг., обозначить направление тенденций.

3. Выработаны направления совершенствования организации потоков брака на предприятии резинометаллических изделий, предусматривающие непосредственно модернизацию системы технического контроля качества продукции с акцентом на предотвращение несоответствий, развитие системы мониторинга процессов производства и предиктивной аналитики, организацию процесса рециклинга брака для повторной переработки. Практическая значимость результатов исследования заключается в применении методики для организации процессов технического контроля в производственных системах, управления качеством продукции и процессов на всех этапах жизненного цикла.

Исследование выполнено в рамках гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ РФ № НШ-1886.2022.2.

Список литературы

1. Антонов А.В. Модель и метод формирования оптимальной стратегии сохранения качества продукции на этапе применения и эксплуатации // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 5. С. 14–22.
2. Бурова А.Ю. Контроль качества сложной продукции на примере серийных авиадвигателей // Контроль качества продукции. 2020. № 6. С. 48–52.
3. Малышева Т.В., Шинкевич А.И. Проблемы организации ресурсосберегающих и экологических производственных систем // Русский инженер. 2019. № 1 (62). С. 34–37.
4. Гирилович Н.В., Довгополая Г.В. Применение статистических методов при анализе несоответствий несоответствующей продукции в процессе производства // Литье и металлургия. 2021. № 3. С. 40–45.
5. Легезина Г.И. Контроль качества продукции на основе применения статистических методов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2021. Т. 54. № 4. С. 41–45.
6. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost//home/systems/opendataapp> (дата обращения: 27.09.2022).
7. Ковешникова О. Как устраниить причины брака на производстве // Управление качеством. 2021. № 9. С. 44–51.
8. Сигов А.Н., Старостин А.В., Кулева Н.И., Богданов Д.А. Вопросы обеспечения и контроля качества продукции первичной обработки отходов // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 2. С. 116–120.
9. Монахова А.О. Проблемы организации системы технического контроля на предприятиях // Управление качеством. 2021. № 8. С. 12–15.
10. Stuglik J., Kurytnik I.P., Vasilevskyi O.M., Kucheruk V.Yu., Kulakov P.I. Normalization of reproducibility and suitability indexes for assessment of products or production services quality. Bulletin of the Karaganda University. Physics Series. 2020. № 4 (100). С. 28–38.
11. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11186> (дата обращения: 27.09.2022).